

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-332773

(43)Date of publication of application : 30.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 35/32
H01L 35/08
H01L 35/34
H01S 5/024

(21)Application number : 2000-147880

(71)Applicant : YAMAHA CORP

(22)Date of filing : 19.05.2000

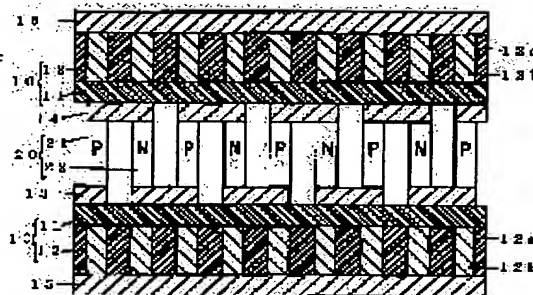
(72)Inventor : NISHIMURA SEIYA
TAKEDA KOUSHIROU
TAKEUCHI NANAYUKI
KOBAYASHI KAZUYUKI

(54) MULTI-LAYER SUBSTRATE FOR THERMOELECTRIC MODULE AND METHOD OF MANUFACTURING THE SAME, AND THERMOELECTRIC MODULE USING MULTI-LAYER SUBSTRATE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a substrate excellent in mechanical strength with good insulation and heat conductivity with high toughness, and with its thermal expansion coefficient similar to that of a thermoelectric element.

SOLUTION: The thermoelectric module comprises a plurality of Peltier elements 20 comprising thermoelectric elements 21 composed of P-type semiconductor and thermoelectric elements 22 composed of N-type semiconductor arranged between a pair of multi-layer substrates 10 and 10 facing each other, and electrodes 13 and 14 formed on the facing surface of each substrate 10 and 10 in electrically connecting P, N, P, N, in series in this order. The multi-layer substrate 10 is constructed by the first substrate 11 and the second substrate 12 formed by aluminum oxide and a plurality of through holes 12a formed in the second substrate 12 are filled with metal excellent in heat conductivity such as silver or copper.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-332773
(P2001-332773A)

(43) 公開日 平成13年11月30日 (2001. 11. 30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
H 0 1 L 35/32		H 0 1 L 35/32	A 5 F 0 7 3
	35/08	35/08	Z
	35/34	35/34	
H 0 1 S 5/024		H 0 1 S 5/024	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 8 頁)			

(21) 出願番号 特願2000-147880 (P2000-147880)

(22) 出願日 平成12年 5 月19日 (2000. 5. 19)

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 西村 清矢

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(72) 発明者 武田 光資郎

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内

(74) 代理人 100102635

弁理士 浅見 保男 (外3名)

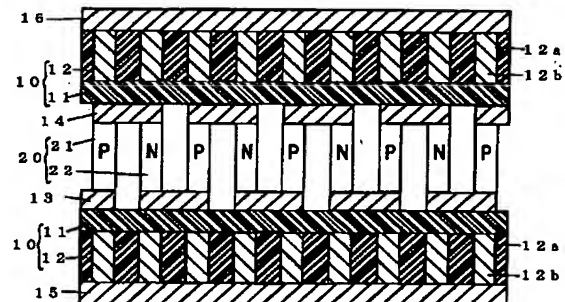
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱電モジュール用多層基板およびその製造方法ならびにこの多層基板を用いた熱電モジュール

(57) 【要約】

【課題】 絶縁性が良好で機械的強度に優れ、かつ韧性が高く、熱伝導性に優れさらに熱膨張係数が熱電素子に近い基板を提供する。

【解決手段】 本発明の熱電モジュールは、相対向して配置された一対の多層基板10、10の間に複数個のP型半導体よりなる熱電素子21とN型半導体よりなる熱電素子22とからなるペルチェ素子20が配置され、各基板10、10の対向面に形成された電極13、14によりP、N、P、Nの順に電気的に直列に接続されている。多層基板10は、アルミナにより形成された第1基板11と第2基板12とから構成されるが、第2基板12内には複数の貫通孔12aが形成されていて、この貫通孔12a内に銀もしくは銅などの熱伝導性が良好な金属が充填されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体からなる複数の熱電素子が一对の電極を介して導電接続された熱電モジュールの構成材となり、かつ前記一对の電極の一方がその表面に形成された熱電モジュール用多層基板であって、所定の強度を有して熱膨張率が前記熱電素子とほぼ等しい絶縁材料のシート状体から構成される第1基板と、所定の強度を有して熱膨張率が前記熱電素子とほぼ等しい絶縁材料のシート状体に複数の貫通孔を有して、同貫通孔内に熱伝導性が良好な材料が充填された第2基板とを備え、前記第1基板と前記第2基板とが焼結により一体的に形成されていることを特徴とする熱電モジュール用多層基板。

【請求項2】 前記第1基板および前記第2基板の前記シート状体はアルミナあるいはガラスセラミックから選択される少なくとも1種のセラミックにより形成され、前記第2基板の前記貫通孔内に金属が充填されていることを特徴とする請求項1に記載の熱電モジュール用多層基板。

【請求項3】 前記金属は銅、銀またはタングステンから選択される少なくとも1種の金属を含有していることを特徴とする請求項2に記載の熱電モジュール用多層基板。

【請求項4】 前記第2基板の両面に前記第1基板が配置されて3層構造となっていることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の熱電モジュール用多層基板。

【請求項5】 半導体からなる複数の熱電素子を一对の電極を介して導電接続して熱電モジュールを形成するとともに、前記一对の電極の一方をその表面に形成する熱電モジュール用多層基板の製造方法であって、所定の強度を有して熱膨張率が前記熱電素子とほぼ等しい絶縁材料をシート状に形成する第1基板形成工程と、所定の強度を有して熱膨張率が前記熱電素子とほぼ等しい絶縁材料をシート状に形成する第2基板形成工程と、前記第2基板形成工程により形成されたシート状体に複数の貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、前記貫通孔形成工程により形成された貫通孔内に熱伝導性が良好な材料を充填する充填工程と、前記第1基板と前記第2基板とを焼結により一体化する焼結工程と、焼結により前記第2基板と一体化された前記第1基板の表面に前記熱電素子を接続するための一对の電極の一方を形成する電極形成工程とを備えたことを特徴とする熱電モジュール用多層基板の製造方法。

【請求項6】 一对の多層基板の相対向する表面に形成された一对の電極を介して半導体からなる複数の熱電素子が導電接続された熱電モジュールであって、請求項1から請求項4のいずれかに記載の熱電モジュール

用多層基板を備えるとともに、

前記一对の多層基板の一方の前記第1基板の表面に形成された第1電極と、前記一对の多層基板の他方の前記第1基板の表面に形成された第2電極との間に前記複数の熱電素子が配置されて各熱電素子が直列に導電接続されていることを特徴とする熱電モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、熱電発電あるいは熱電冷却などに使用される半導体からなる複数の熱電素子を配列させた熱電モジュールに係り、特に、この熱電モジュールに用いられる多層基板およびその製造方法、ならびにこの多層基板を用いた熱電モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、熱電モジュールはP型半導体からなる熱電素子とN型半導体からなる熱電素子を隣り合わせて交互に配列し、これらの各熱電素子を直列に導電接続して構成している。例えば、図7に示されるような熱電モジュール50は、放熱側絶縁基板51と吸熱側絶縁基板52との間に、複数のP型熱電素子53aとN型熱電素子53bとを相隣接して交互に配置し、各基板51、52の対向面に膜の接合もしくは印刷により、それぞれ放熱側電極54と吸熱側電極55とを設けて、これらのP型熱電素子53aとN型熱電素子53bとを直列に導電接続することにより形成されている。

【0003】このような熱電モジュールに使用される絶縁基板の材料としては、現在のところ、酸化アルミニウム(Al_2O_3 ：以下ではアルミナという)あるいはアルミニウム合金が主に用いられるが、特に、アルミナは低コストの材料であり、かつ機械的強度に優れていることから、熱電モジュール用基板として多く使用されている。一方、アルミニウム合金においては、表面にアルマイト処理を施して、電気的絶縁性を保有させるようにして使用しているが、熱伝導率が極めて高く、かつ安価であることから熱電モジュール用基板として好適である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した熱電モジュールに用いられる絶縁基板においては、以下のような条件を満足する必要がある。即ち、

- ①この基板上に導電パターン(電極)が形成されるため、絶縁性が良好で機械的強度に優れていること。
- ②熱電素子(例えば、ペルチェ素子)で発生した熱が基板に直接伝わるため、熱膨張差に起因する接合部での歪みが生じないように、熱電素子の熱膨張係数に近い熱膨張係数を有すること。
- ③この基板に半導体チップなどが配置されたり、あるいはこの基板が装置に取り付けられるため、靱性が高く、かつ欠けにくいこと。
- ④熱電素子で発生した熱を速やかに半導体チップなどか

ら外部に放出する必要があるため、熱伝導性が良好であること。

【0005】しかしながら、上述した熱電モジュール用基板にあっては、アルミナは絶縁性が良好で、機械的強度が高いものの、熱伝導率が極めて低いため、熱電素子で発生した熱を速やかに外部に伝えることができなく、熱電モジュールの熱損失が大きいという問題を生じた。また、靱性が低くて脆いため、衝撃を受けた場合には比較的容易に損傷するという問題も生じた。一方、アルミニウム合金にあっては、アルミナに比較して熱伝導性が優れているが、機械的強度が著しく低いため、衝撃を受けると容易に変形するという問題を生じた。また、熱電素子を1つの基板で保持するようにしたスケルトンタイプの熱電モジュールも知られているが、熱電素子の一方の端部が固定されていないため、取り扱いが面倒であるという問題がある。

【0006】そこで、本発明は上記の如き問題点を解決するためになされたものであって、絶縁性が良好で機械的強度に優れ、かつ靱性が高く熱伝導性に優れさらに熱膨張係数が熱電素子に近い基板を提供するとともに、このような基板の製造方法ならびにこのような基板を用いた熱電モジュールを提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】上記目的を達成するため、本発明の熱電モジュール用基板は、絶縁性が良好で機械的強度に優れたかつ熱膨張係数が熱電素子に近い基板と、靱性が高くかつ熱伝導性に優れた基板とを多層構造にしている。具体的には、所定の強度を有して熱膨張率が熱電素子とほぼ等しい絶縁材料のシート状体から構成される第1基板と、所定の強度を有して熱膨張率が熱電素子とほぼ等しい絶縁材料のシート状体に複数の貫通孔を有して、この貫通孔内に熱伝導性が良好な材料が充填された第2基板とを備え、第1基板と第2基板とが焼結により一体的に形成されている。

【0008】複数の貫通孔を有した第2基板の貫通孔内に熱伝導性が良好な材料が充填されていると、貫通孔内に充填された熱伝導性が良好な材料の高い熱伝導性により、基板全体としての熱伝導性が向上する。この結果、第1基板および第2基板により熱膨張率が熱電素子の熱膨張率にほぼ等しくなり、第2基板により熱伝導性が高くなるため、熱膨張係数が熱電素子に近く、かつ所定の強度を有して靱性が高いとともに、熱伝導性が向上した熱電モジュール用多層基板が得られるようになる。

【0009】そして、アルミナあるいはガラスセラミックは絶縁性が良好で、機械的強度が高く、かつ熱膨張係数が半導体からなる熱電素子に近い特性を有している。一方、銅、銀、タングステンなどの金属は熱伝導性が良好で靱性が高い特性を有している。このため、第1基板および第2基板はアルミナあるいはガラスセラミックに

より形成され、かつ第2基板の貫通孔内に銅、銀あるいはタングステンよりなる金属が充填されていると、絶縁性が良好で機械的強度に優れ、かつ靱性が高く熱伝導性に優れ、さらに熱膨張係数が熱電素子に近い基板が得られるようになる。そして、第2基板の両面に第1基板が配置された3層構造とすると、熱伝導性が若干低下するものの、さらに絶縁性が良好で機械的強度に優れ、かつ靱性が高く熱膨張係数が熱電素子に近い基板を得ることができる。

【0010】また、本発明の熱電モジュール用多層基板の製造方法は、所定の強度を有して熱膨張率が熱電素子とほぼ等しい絶縁材料をシート状に形成する第1基板形成工程と、所定の強度を有して熱膨張率が熱電素子とほぼ等しい絶縁材料をシート状に形成する第2基板形成工程と、第2基板形成工程により形成されたシート状体に複数の貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、貫通孔形成工程により形成された貫通孔内に熱伝導性が良好な材料を充填する充填工程と、第1基板と第2基板とを焼結により一体化する焼結工程と、焼結により第2基板と一体化された第1基板の表面に熱電素子を接続するための一対の電極の一方を形成する電極形成工程とを備えるようにしている。

【0011】このように、第2基板に形成された複数の貫通孔内に熱伝導性が良好な材料を充填した後、第1基板と第2基板とを焼結により一体化すると、第1基板により熱膨張率がほぼ熱電素子の熱膨張率に等しくなり、第2基板により熱伝導性が高くなるため、熱膨張係数が熱電素子に近く、かつ所定の強度を有して靱性が高いとともに、熱伝導性が向上した多層基板が得られるようになる。そして、この多層基板の第1基板の表面に電極を形成することにより、この電極は絶縁性に優れた第1基板上に形成されるため、多層基板の絶縁性が向上する。

【0012】この場合、第1基板および第2基板はアルミナあるいはガラスセラミック（このガラスセラミックはガラスよりも焼結温度が低い）により形成し、第2基板の貫通孔内に銅、銀、タングステンなどの金属を充填することが好ましい。また、第2基板の両面に第1基板を配置して3層構造にすると、熱伝導性が若干低下するものの、さらに絶縁性が良好で機械的強度に優れ、かつ靱性が高く熱膨張係数が熱電素子に近い基板を得ることができる。

【0013】そして、本発明の熱電モジュールは、所定の強度を有して熱膨張率が熱電素子とほぼ等しい絶縁材料のシート状体から構成される第1基板と、所定の強度を有して熱膨張率が熱電素子とほぼ等しい絶縁材料により形成されたシート状体に複数の貫通孔を有して同貫通孔内に熱伝導性が良好な材料が充填された第2基板とが焼結により一体的に形成された多層基板を備えるとともに、一対の多層基板の一方の第1基板の表面に形成された第1電極と、一対の多層基板の他方の第1基板の表面

に形成された第2電極との間に複数の熱電素子が配置されて各熱電素子が直列に導電接続されている。

【0014】このように、多層基板の互いに対向する第1基板の表面に第1電極（導電パターン）と第2電極（導電パターン）とが形成され、これらの電極の間にP型あるいはN型の半導体からなる熱電素子が配置されて直列接続されていると、絶縁性を有して熱膨張率が熱電素子にほぼ等しい材料よりなる第1基板と、熱伝導性が良好な材料が貫通孔内に充填された第2基板により、熱膨張係数が熱電素子に近く、かつ所定の強度を有して靱性が高いとともに、熱伝導性が向上した熱電モジュールとなる。これにより、熱負荷の小さい熱電モジュールが得られるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】について、本発明の実施の形態を図1～図5に基づいて説明する。なお、図1は本発明の熱電モジュールを模式的に示す断面図であり、図2は本発明の熱電モジュール用多層基板の製造工程を模式的に示す斜示図である。また、図3は図2の製造工程を経て形成された熱電モジュール用多層基板を模式的に示す図であり、図3(a)はその縦断面を示す断面図であり、図3(b)はその下面図であり、図3(c)は多層基板の他の例を示す断面図である。また、図4は第2基板に充填された金属（銅）粉末の充填割合に対する第2基板の熱伝導率および曲率の関係をシミュレーションした結果を示す図である。さらに、図5は本発明の熱電モジュール用多層基板の第2基板の変形例を模式的に示す平面図である。

【0016】1. 熱電モジュール

本発明の熱電モジュールは、図1に示すように、互いに相対向して配置された一対の絶縁性多層基板10、10の間に複数のP型半導体よりなる熱電素子21、21、21・・・とN型半導体よりなる熱電素子22、22、22・・・とからなるペルチェ素子20を挟み込み、各絶縁性基板10、10の対向面にそれぞれ形成された導電パターン（電極）13、14により複数のP型素子21と複数のN型素子22とがP、N、P、Nの順に電気的に直列に接続され、更に端部のP型素子及びN型素子を接合した電極（図示せず）にそれぞれリード線（図示せず）を接続して熱電モジュールを構成している。

【0017】各絶縁性多層基板10は、第1基板11と第2基板12とから構成されるが、第2基板12内には複数の貫通孔12aが形成されていて、この貫通孔12a内に銀もしくは銅などの熱伝導性が良好な金属が充填されている。電極パターン13、14は、銅メッキにより形成され、この電極パターン13、14に各熱電素子21、22が固着されている。なお、各絶縁性基板10、10の互いに対向しない面にはそれぞれ銅パッド15、16がそれぞれ形成されている。また、各絶縁性多

層基板10はアルミナ（ Al_2O_3 ）により形成されており、このアルミナ（ Al_2O_3 ）は絶縁性に優れて所定の強度を有するとともに、各熱電素子21、22の熱膨張率とほぼ等しい熱膨張率を有している。

【0018】2. 絶縁性多層基板の製造方法

ついで、上述した絶縁性多層基板10の製造方法を説明する。まず、アルミナ（ Al_2O_3 ）粉末とポリビニルブチラール樹脂、アクリル樹脂等のバインダーに有機溶媒を添加混合してアルミナスラリーとし、このアルミナスラリーをシート状に成形した後、乾燥してシート状体（第1基板）11とした。同様に、アルミナ（ Al_2O_3 ）粉末とポリビニルブチラール樹脂、アクリル樹脂等のバインダーに有機溶媒を添加混合してアルミナスラリーとし、このアルミナスラリーをシート状に成形した後、乾燥してシート状体12（第2基板）とした後、この第2基板12にパンチング装置あるいはレーザー照射装置を用いて多数のスルーホール（貫通孔）12aを形成した。なお、第2基板12は軟質であるため、パンチング装置あるいはレーザー照射装置を用いてのスルーホール（貫通孔）12aの形成は容易となる。

【0019】ついで、銀粉末あるいは銅粉末もしくはタングステン粉末を主成分とするペースト（銀粉末あるいは銅粉末もしくはタングステン粉末にバインダー（例えば、アクリル樹脂）を混合したもの）12bを用意し、このペースト12bをドクターブレード等を用いてスルーホール（貫通孔）12a内に充填した。これより、多数の貫通孔12a内にペースト12bが充填された第2基板12が形成される。ついで、第1基板11と第2基板12とを重ね合わせた後、これらを焼結炉内に配置し、所定の温度（例えば、1800℃）で焼結して、第1基板11と第2基板12とが一体化した絶縁多層基板10とした。ついで、得られた絶縁多層基板10の第1基板11の表面に導電パターンを形成して電極13あるいは電極14とした。なお、多層基板10としては、図3(c)に示すように、2つの第1基板11、11の間に第2基板12を配置するようにしてもよい。

【0020】ここで、スルーホール（貫通孔）12aの配置個数を均等に变化させて、このスルーホール（貫通孔）12a内に銅粉末のペースト12bを充填した場合の第2基板12の熱伝導率（ $W/(mm \cdot K)$ ）と、この第2基板12の反り、即ち曲率（ $1/mm$ ）をシミュレーションすると、図4に示すような結果となった。図4の結果から明らかなように、銅の充填比率（第2基板の表面積と銅の表面積との比率）が大きくなるに伴って、第2基板12の熱伝導率（ $W/(mm \cdot K)$ ）および曲率（ $1/mm$ ）は大きくなる事が分かる。

【0021】このことから、基板の反りが無視できる用途に使用する場合は熱伝導率が大きくなるように銅の充填比率を大きくした方がよい。また、基板の反りが無視できない用途に使用する場合は基板の曲率が小さくなる

ように銅の充填比率を小さくした方が良いということが出来る。この場合、例えば、銅の充填比率を30%にした場合であっても熱伝導率は10%程度向上することとなる。なお、スルーホール（貫通孔）12a内に充填する金属粉末を銀あるいはタングステンとしても図4とはほぼ同様な傾向が認められた。したがって、以上のことを考慮すると第2基板の貫通孔の形状および配置構造に関しては種々の変形が考えられるので、以下に説明する。

【0022】3. 第2基板の貫通孔の形状および配置構造等

上述した第2基板12においては、スルーホール（貫通孔）12aを円形に形成する例について説明したが、スルーホール（貫通孔）12aは円形以外に、楕円形状、四角形状、三角形状、菱形形状、台形状などの種々の形状を採用することができる。また、スルーホール（貫通孔）12aの分布密度（ペースト12bの分布密度）に関しては、図5（a）に示すように密に分布させたり、あるいは図5（b）に示すように粗に分布させたりしてもよく、熱電モジュールが使用される用途に応じて適宜選択すればよい。

【0023】また、スルーホール（貫通孔）12aの配置構造（ペースト12bの配置構造）としては、図5（c）に示すように均一に配置させたり、図5（d）に示すように必要部分のみに配置させたりして、あるいは図5（e）に示すように第2基板12の中心部のみに配置させたりしてもよく、要するに、熱電モジュールが使用される用途に応じて適宜選択すればよい。

【0024】4. 熱電モジュールの使用例

ついで、上述のように構成される熱電モジュールの一適用例を、図6に基づいて説明する。なお、図6は本発明の熱電モジュールを用いた半導体レーザモジュールを模式的に示す断面図である。ここで、半導体レーザモジュールは半導体レーザ素子とレンズ等をパッケージ内に一体的に収容して構成され、この半導体レーザモジュールに光ファイバを結合して光増幅器が構成されるものである。

【0025】このような半導体レーザモジュールにおいて、レーザ光源として用いられる半導体レーザ素子は非常に高出力が要求され、数百mAの駆動電流を必要とするため、半導体レーザ素子の発熱による光出力の低下や寿命の低下を招くおそれがある。また、半導体レーザ素子はその雰囲気温度が変化すると波長が変化するなどの光特性が変わるため、光ファイバと結合する半導体レーザモジュールの構成体内に上述した熱電モジュールを備えるようにして、半導体レーザ素子を冷却するようにしている。

【0026】このような半導体レーザモジュールは、例えば、図6に示すように、金属製パッケージ本体（枠体）30を備えており、この枠体30の1つの側壁31に光取り出し窓31aを設けている。また、枠体30の

下部に金属製底板32が螺付けにより枠体30の下部に固着されており、枠体30の上部には気密用のカバー33が取り付けられている。ここで、枠体30内には、一対の多層基板10、10の間に複数個のP型熱電素子とN型熱電素子とからなるペルチェ素子20を挟み込み、導電パターン（電極）13、14（図1参照）により複数のP型熱電素子とN型熱電素子とがP、N、P、Nの順に電気的に直列に導電接続され、更に端部のP型熱電素子及びN型熱電素子を接合した電極にそれぞれ図示しないリード線を接続して構成される熱電モジュールが配置されている。

【0027】一方の基板10の上部には半導体レーザ素子35、レンズLおよび受光素子38等を搭載したベース板39が固定され、他方の基板10の下部に設けられた銅パッド15と底板32の上面とをハンダ付けすることにより、他方の基板10は底板32上に固定される。ベース板39は銅パッド16にハンダ付けされて固定される。半導体レーザ素子35はヒートシンク36に搭載されており、このヒートシンク36は半導体レーザ素子35の放熱を行うと共に、半導体レーザ素子35とはほぼ同じ膨張係数を有する材料（例えばダイヤモンド、SiC、シリコンなど）を使用して熱応力による故障を防止している。

【0028】また、ヒートシンク36はヘッダ37に搭載され、このヘッダ37は半導体レーザ素子35の電極用の端子を有している。ヘッダ37の後部にはモニタ用の受光素子38が設けられており、この受光素子38は半導体レーザ素子35の温度変化等による光出力の変化を監視し、その光出力が常に一定になるように駆動回路にフィードバックをかけている。レンズLはレンズホルダ34により固定されている。

【0029】なお、レンズホルダ34は、半導体レーザ素子35から出射され広がったレーザ光がレンズLにより平行光になるように光軸調整後、ベース39にYAGレーザで固定されるようになされている。これは、光学調整後の半導体レーザ素子35とレンズLの軸ずれ感度が1μm以下と厳しいため固定安定度の高いYAGレーザ溶接を用いるものである。これにより、半導体レーザ素子35から出射されたレーザ光はレンズLで平行光に変換され、この平行光が光取り出し窓31aを通過するようになる。

【0030】レンズLの前方には、スリーブ42が配置され、このスリーブ42にフェルル45を介してレンズ41が固定されている。ここで、半導体レーザ素子35から出射され光取り出し窓31aを通過したレーザ光がレンズ41で光ファイバ44に効率よく入射するように光軸調整した後、スリーブ42のA、B部でYAGレーザ溶接固定している。これにより、半導体レーザ素子35から出射された光はレンズLと41とによって光ファイバ44に効率良く結合される。このような半導体レ

ーザモジュールが高出力可能なのはペルチェ素子20で半導体レーザ素子35を常時冷却し、半導体レーザ素子35の発熱を低減しているためである。なお、半導体レーザ素子35とペルチェ素子20の発熱は底板32の下面に取り付けたヒートシンク（図示せず）で外部に放熱される。

【0031】上述したように、本発明の基板10は、絶縁性が良好で機械的強度に優れたかつ熱膨張係数が熱電素子（ペルチェ素子）20に近い第1基板11と、貫通孔12a内に熱伝導性が良好な銅、銀などの充填材を充填されて、韌性が高くかつ熱伝導性に優れた第2基板12とで多層構造の基板としているので、熱膨張係数が熱電素子に近く、かつ所定の強度を有して韌性が高いとともに、熱伝導性が向上して、熱電モジュール用に最適な多層基板が得られる。

【0032】また、多層基板10の絶縁性に優れた第1基板11の表面に電極（導電パターン）13、14を形成しているため、絶縁性が向上した多層基板10が得られるようになる。このため、このような多層基板を用いた熱電モジュールの絶縁性が向上して、この種の熱電モジュールの信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の熱電モジュールを模式的に示す断面

図である。

【図2】 本発明の熱電モジュール用多層基板の製造工程を模式的に示す斜示図である。

【図3】 図2の製造工程を経て形成された熱電モジュール用多層基板を模式的に示す図であり、図3（a）はその縦断面を示す断面図であり、図3（b）はその下面図であり、図3（c）は多層基板の他の例を示す断面図である。

【図4】 第2基板に充填された金属（銅）粉末の充填割合に対する第2基板の熱伝導率および曲率の関係をシミュレーションした結果を示す図である。

【図5】 本発明の熱電モジュール用多層基板の第2基板の変形例を模式的に示す平面図である。

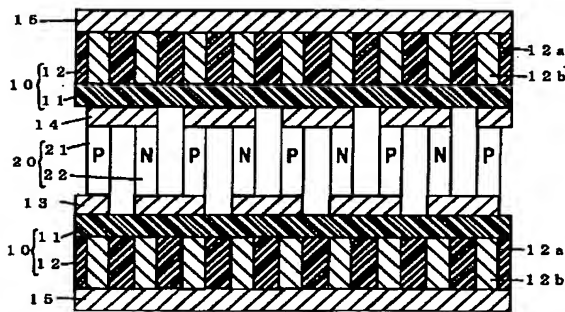
【図6】 本発明の熱電モジュールを用いた半導体レーザモジュールを模式的に示す断面図である。

【図7】 従来例の熱電モジュールを模式的に示す断面図である。

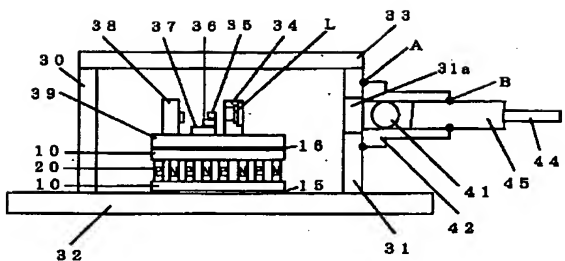
【符号の説明】

10…多層基板、11…第1基板、12…第2基板、12a…貫通孔（スルーホール）、12b…熱伝導性が良好な充填材、13、14…電極（導電パターン）、15、16…銅パッド、20…ペルチェ素子、21…P型熱電素子、22…N型熱電素子

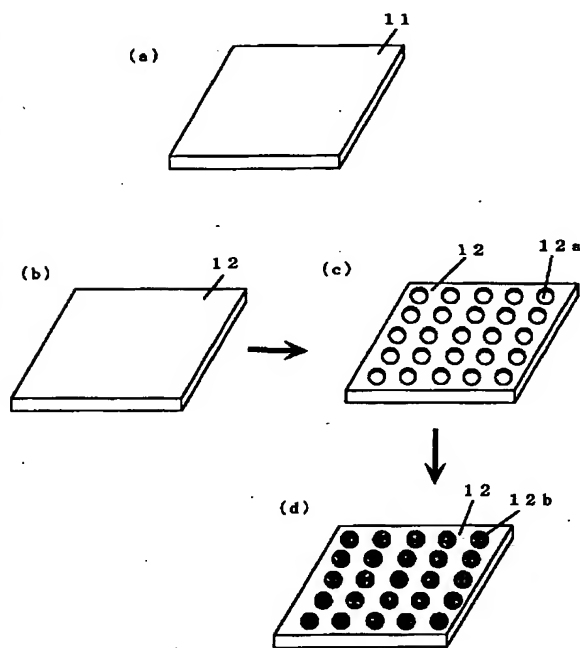
【図1】



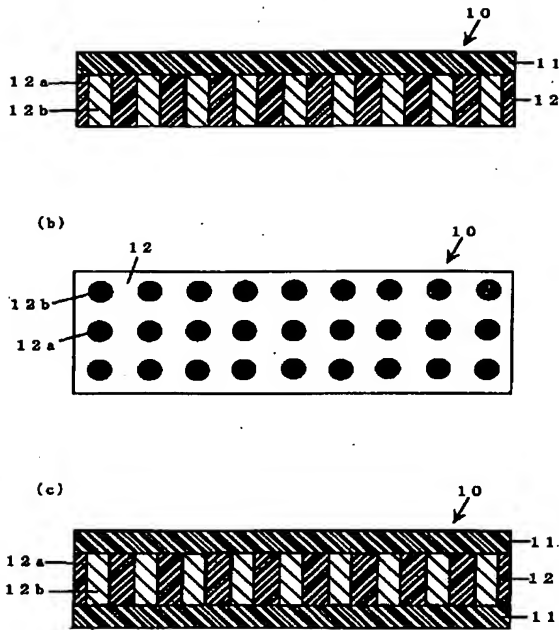
【図6】



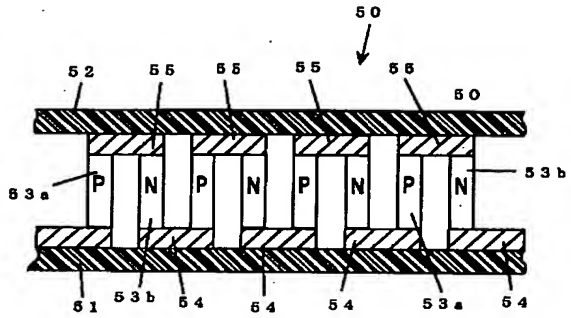
【図2】



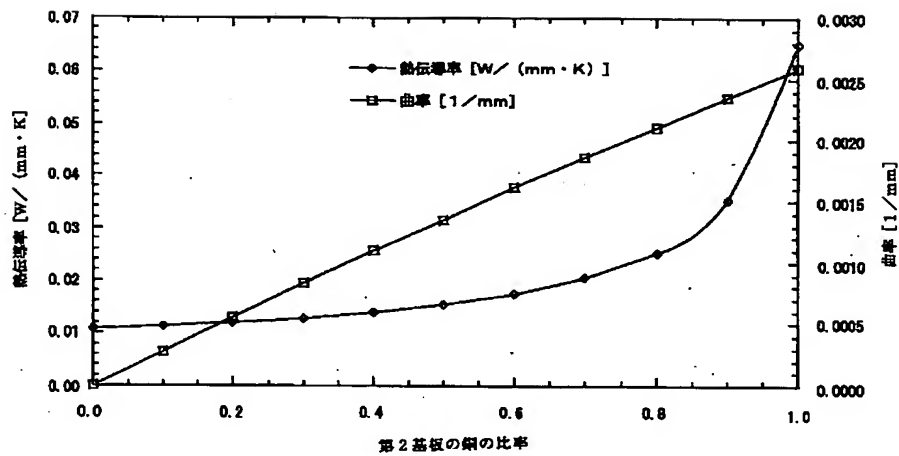
【図3】



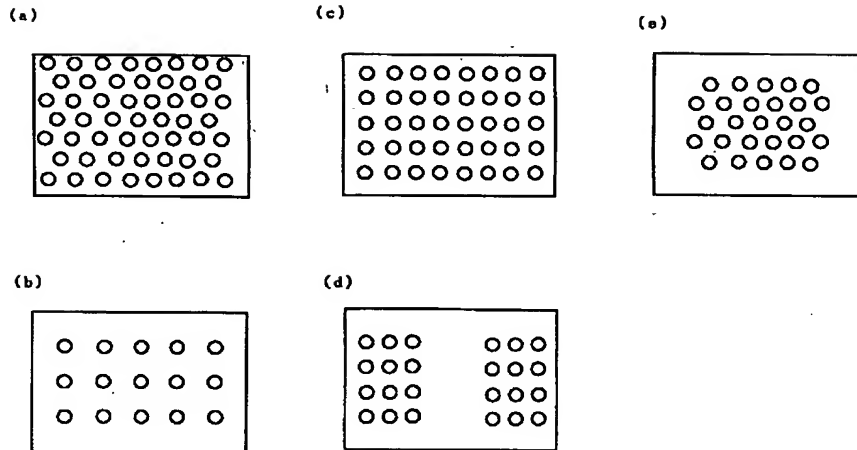
【図7】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 竹内 七幸
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内

(72)発明者 小林 和幸
静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式
会社内
Fターム(参考) 5F073 FA13 FA15 FA21 FA25 GA01
GA12